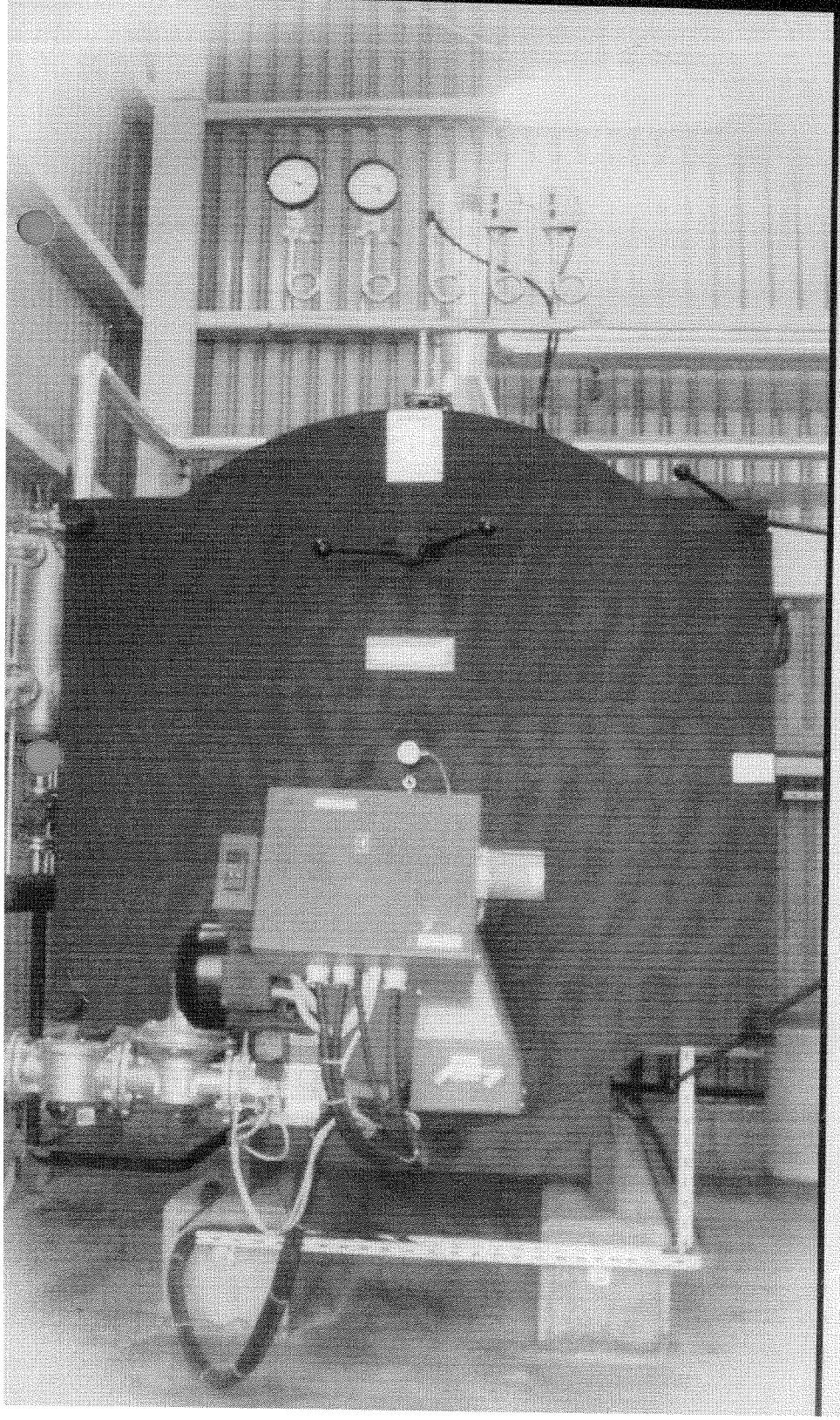
tmmob
makina mühendisleri odası

TESİSAT MÜHENDİSLİĞİ

ISSN 1300 - 339 Kasım - Aralık 2007 YIL:14 SAYI:102 www.mmoistanbul.org



- Değişik tipteki radyatörlerin performanslarının deneysel incelenmesi

- Kalorifer tesisatında hidrolik dengesizliğin radyatör debileri ve ısı aktarımlarına etkisi

- Yeraltı taşıma sistemleri istasyonlarında hesaplamalı akışkanlar dinamiği yöntemiyle yangın ve havalandırma simülasyonu

- Trabzon iklim koşullarına göre ısıl performans açısından uygun pencere tiplerinin belirlenmesi

- Havalandırma kanallarında deprem askı halatlarının tasarımı

- Değişken soğutucu akışkan debili sistem uygulamaları

- Vorteks tüplerin doğalgaz dağıtım ve basınç düşürme istasyonlarında kullanımı

- Atık taşıt lastiklerinin geri kazanımı ve yalıtım amaçlı kullanımı

İÇİNDEKİLER

5 **Değişik Tipteki Radyatörlerin Performanslarının Deneysel İncelenmesi**
Hakan DEMİR
Bülent KELEŞOĞLU
Ş. Özgür ATAYILMAZ

10 **Kalorifer Tesisatında Hidrolik Dengesizliğin Radyatör Debileri ve Isı Aktarımlarına Etkisi**
Öğr. Gör. Serhan KÜÇÜKA
Erdem MUSAOĞLU

19 **Yeraltı Taşıma Sistemleri İstasyonlarında Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği Yöntemiyle Yangın ve Havalandırma Simülasyonu**
Arş. Gör. Serkan KAYILI
Prof. Dr. O. Cahit ERALP

29 **Trabzon İklim Koşullarına Göre Isıl Performans Açısından Uygun Pencere Tiplerinin Belirlenmesi**
Prof. Dr. Yalçın YAŞAR
Prof. Dr. Asiye PEHLEVAN
Sibel MAÇKA

43 **Havalandırma Kanallarında Deprem Askı Halatlarının Tasarımı**
Kağan ÇALIŞKAN
Prof. Dr. İ. Cem PARMAKSIZOĞLU

53 **Değişken Soğutucu Akışkan Debili Sistem Uygulamaları**
Arş. Gör. Bülent KELEŞOĞLU
Arş. Gör. Ş. Özgür ATAYILMAZ
Arş. Gör. Hakan DEMİR

56 **Vorteks Tüplerin Doğal Gaz Dağıtım ve Basınç Düşürme İstasyonlarında Kullanımı**
Doç. Dr. Mehmet YILMAZ
Yrd. Doç. Dr. Kadir BAKIRCI
Dr. Şendoğan KARAGÖZ
Prof. Dr. Ömer ÇOMAKLI

64 **Atık Taşıt Lastiklerinin Geri Kazanımı ve Yalıtım Amaçlı Kullanımı**
Doç. Dr. Bülent YEŞİLATA
Doç. Dr. Hüsamettin BULUT
Yrd. Doç. Dr. Paki TURGUT
Yrd. Doç. Dr. Feridun DEMİR

73 **Oda'dan ve Sektörden Haberler**

TESİSAT MÜHENDİSLİĞİ
ISSN 1300 - 3399
Yerel - Süreli - Teknik Yayın
Kasım-Aralık 2007
Yıl:14 Sayı: 102

MMO Adına Sahibi
Emin Koramaz

Sorumlu Yazı İşleri Müdürü
Battal Kılıç

Editör
Galip Temir

Yayın Kurulu
Zeki Aksu
Metin Duruk
Cafer Ünlü
Üzeyir Uludağ
Meftun Gürdallar

Yayın Koordinatörü
Nihat Uçukoğlu

Reklam
Nuray Erhan
Asuman Saltıkçıoğlu

Dizgi ve Mizanpaj
Günay Polat

Baskı
Ezgi Matbaacılık
Tel: 0212 452 23 02

Baskı Tarihi
31.12.2007

Yönetim Merkezi
Katip Mustafa Çelebi M. İpek Sok.
No:13 80050 Beyoğlu - İstanbul
Tel: 0212 444 8 666

Baskı Sayısı
5.000 adet

Fiyatı
4 YTL

Yıllık abone Ücreti
18 YTL

Tesisat Mühendisliği Dergisi'nde yayınlanan yazı ve çizimlerin her hakkı saklıdır. İzin almadan yayınlanamaz.

www.mmoistanbul.org

Hakemler Kurulu

AKARYILDIZ Eyüp, Doç. Dr.
ARIKOL Mahir, Prof. Dr.
ARISOY Ahmet, Prof. Dr.
BİLGE Mustafa, Dr. Mak. Müh.
CAN Ahmet, Prof. Dr.
DEĞİRMENCİ Mustafa, Elkt. Y. Müh.
DERBENTLİ Taner, Prof. Dr.
DURUK A. Metin, Mak. Y. Müh.
EKİNCİ Ekrem, Prof. Dr.
GİRAY Serper, Mak. Müh.
GÜNGÖR Ali, Prof. Dr.
HEPERKAN Hasan, Prof. Dr.
KARADOĞAN Haluk, Prof. Dr.
KILIÇ Abdurrahman, Prof. Dr.
KINCAY Olcay, Prof. Dr.
KORUN Tunç, Mak. Müh.
OSKAY Rüknettin, Prof. Dr.
ÖZGÜR Doğan, Prof. Dr.
ÖZKAYNAK Taner, Prof. Dr.
ÖZTÜRK Recep, Prof. Dr.
SUNAÇ Baycan, Mak. Y. Müh.
TEMİR Galip, Prof. Dr.
TOKSOY Macit, Prof. Dr.
ULUDAĞ Üzeyir, Mak. Müh.
ÜNLÜ Cafer, Mak. Müh.
YAMANKARADENİZ Recep, Prof. Dr.
YILMAZ Tuncay, Prof. Dr.

Bu dergide belirtilen görüşler yazarların kendine ait olup, hiçbir şekilde MMO'nun aynı konudaki görüşlerini yansıtmaz.

Tesisat Mühendisliği Dergisi Makale Yazım Kuralları

GENEL KURALLAR

• Makaleler MMO Ağ Evi'nde Internet ortamında da yayınlanmaktadır.

• Makale metinleri ve özetleri üzerinde yer alan her türlü görüş ve düşünce ve yazım hatası açısından sorumluluk tamamen yazar/lara aittir.

• Hakemler tarafından gerekli gördüğünde yazar/lara iletilmek üzere metinler ve özetler üzerinde bazı düzeltme, öneri ve katkılar getirebilirler.

• Makalelerde, bölümler (giriş, tanımlamalar, incelemeler, araştırmalar, gelişmeler, sonuçlar, şekiller ve değerlendirmeler vb.) bir bütünlük içinde olmalıdır.

• Makale dili Türkçe'dir. Makalelerde kullanılan dilin anlaşılabilir bir Türkçe olmasına dikkat edilmeli, yabancı dillerdeki sözcükler ve tümceler mümkün olduğu kadarıyla kullanılmamalıdır.

• Makalelerde kullanılan bütün birimler SI birim sisteminde olmalıdır. Gerekli görüldüğü takdirde farklı birim sistemindeki değerleri parentez içinde verilmelidir.

• Makalenin üslubu, formatı ve dili etkinlik yapısına ve mühendislik etiğine uygun olmalıdır.

• Makalelerde belirli bir grup, sınıf veya toplumu oluşturan tabakalardan herhangi birinin, firma veya firma topluluklarının menfaati ön plana çıkartılmamalı, bu konuda reklam ve propaganda yapılmamalıdır. Makalelerde herhangi bir firmanın, ürünün (veya sistemin), cihazın veya markanın reklamı yapılmamalıdır. şekil, resim ve tablolarda Ticari bir kuruluşun adı, logosu yer almamalıdır.

ÖZETLER VE MAKALE YAZIM KURALLARI

• Makaleler, Microsoft Word belgesi şeklinde Windows ortamında kullanılacak şekilde hazırlanacaktır.

• Makaleler solda 3,5 cm, üstte, altta ve sağda 2,5 cm boşluk bırakılmak suretiyle yazılacaktır.

• Makale metinleri, kaynaklar ve şekiller dahil en fazla 10 sayfadan oluşmalıdır.

• Makale başlığı en fazla 15 sözcük veya iki satırı geçmeyecek şekilde oluşturulacaktır. Başlıklar 14 punto Times New Roman yazı tipi kullanılarak, soldan itibaren kelimeler büyük harfle başlayacak ve küçük harfle yazılacaktır.

• Başlığı takiben iki satır aradan sonra yazar isimleri, ad ve soyad şeklinde küçük harfle verilecek, yazarların çalıştığı kurumlar, ve varsa e-posta adresleri yazar listesinin hemen altında açıklanacaktır.

• Yazar isimlerini takiben iki satır atlanarak Türkçe özet verilecektir. Makale özetlerinde özet metni 9 punto italik Times New Roman yazı tipi ile yazılacaktır.Özet metni en fazla 200 sözcükten oluşacaktır.

• Makale özetini takiben bir satır boş bırakılacak ve 5 anahtar sözcük yazılacaktır.

• Makale metinlerinin tamamı 9 punto Times New Roman yazı tipi kullanılarak yazılacaktır ve iki sütunda verilecektir. Makale metinleri satır aralığı 1 olacaktır. Paragraflar başlatılırken sol taraftan herhangi bir girinti boşluğu bırakılmayacak, paragraflar arasında yarım satır boş atlanacaktır. Paragraflar iki yana hizalı (justified) biçimde yazılacaktır.

• Makalelerde yer alan tüm resimler, çizimler ve program ekran görüntüleri metin içinde gömülü olacaktır. •'5fekil, tablo, grafik, resim ve formüllerin yerleşimi metin akışına uygun olarak metin içinde olmalı ve refere edilmelidir.

• Tablo içermeyen bütün görüntüler (fotoğraf, çizim, diyagram, grafik, harita v.s.) şekil olarak isimlendirilmelidir.

• Makalelerde ana konu başlıkları 1. , 2., 2.1., 2.1.1. vb şeklinde numaralanacak, örneğin 1. bölüm altında yer alan başlıklar 1.1., 1.2. vb. şekilde yapılacaktır.

• Kullanılan semboller ve indisler kaynaklardan önce yer alacak , 8 punto ve italik olacaktır.

• Makalede geçen kaynaklar veya alıntılar [1], [2] vb. parantezler arasında yapılacak, makale sonunda "Kaynaklar" başlığı altında 1., 2. şeklinde verilecektir. Makaleler: [1] yazar (lar) soyadı, adının baş harfi, makalenin açık adı, derginin açık adı, cilt numarası, sayfa aralığı, basım yılı. Kitap: [2] yazar (editör) soyadı, adının baş harfi., kitabın açık adı, basım evi, basım yeri, basım yılı. Tez: [3] yazar soyadı, adının baş harfi., tezin açık adı, tezin yapıldığı üniversite, tezin basıldığı yer/ülke, basım yılı düzeninde yazılacaktır.·

• Makale metinlerinin elektronik kopyaları e-posta (yayin-istanbul@mmo.org.tr) ile veya disket ile (Katip Mustafa Çelebi Mahallesi, İpek sok, No:13, 34433 Beyoğlu-İstanbul) gönderilmelidir.

http://www.mmoistanbul.org/yayin/tesisat/102/5/

Trabzon İklim Koşullarına Göre Isıl Performans Açısından Uygun Pencere Tiplerinin Belirlenmesi

Prof. Dr. Yalçın YAŞAR
Prof. Dr. Asiye PEHLEVAN
Sibel MAÇKA

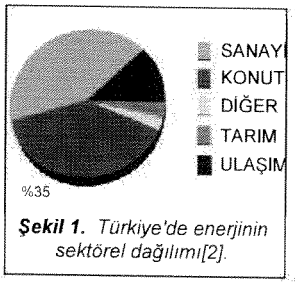
Özet

Bulunulan yerin iklimine göre ısıl performansı yüksek pencere tiplerinin seçilmesi binalarda tüketilen enerjinin önemli bir kısmını azaltmakla birlikte kullanıcılarının termal konforunu sağlaması açısından oldukça önemlidir. Bu çalışmada, seçilen pilot ilin iklim verileri doğrultusunda, Türkiye pazarında yer alan farklı tek ve çift cam kombinasyonlarından oluşturulan, ahşap çerçeveli pencerelere ait ısıl performans kriterleri (ısı geçirgenlik katsayısı - U-değeri,solar ısı kazanç katsayısı - SHGC,gölgeleme faktörü-SC,serinlik indeksi-DX), International Organization for Standardization (ISO),Europeon Committee for Standardization (CEN) ve Türk Standartları Enstitüsü (TSE)'nün ilgili standartlarında yer alan hesaplama yöntemleri referans alınarak tarafımızdan geliştirilen yazılım (Win-Energy 1.0) kullanılarak saptanmıştır. Sonuç olarak,bu kriterler doğrultusunda, Trabzon ili yaz-kış iklim koşullarına uygun enerji etkin pencere tipleri belirlenmiş ve tablolar halinde sunulmuştur.

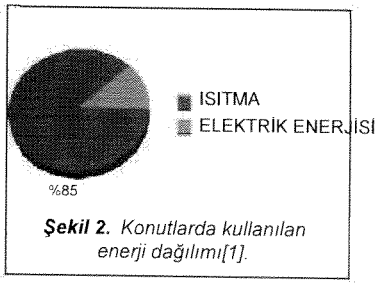
1. GİRİŞ

Hiç şüphesiz çağımızın en önemli gündem maddesi enerjidir. Petrol, doğalgaz, kömür gibi enerji kaynaklarının giderek tükenmesi ve yanmaları sonucu açığa çıkardıkları gazlar vasıtasıyla yol açtıkları çevresel kirlilik ve küresel ısınma;yeni ve temiz enerji kaynak arayışlarını hızlandırmış,enerji kullanımında verimliliği ön plana çıkarmıştır.

Birçok ülkede olduğu gibi Türkiye'de de konutların ısıtılması ve soğutulmasında tüketilen enerjinin toplam enerji tüketimindeki payı oldukça yüksektir. Ülkemiz, nüfus artışı ve teknolojik gelişmeler paralelinde artan enerji talebini karşılayabilmek için tükettiği enerjinin %72'lik bir kısmını ithal etmekte maalesef bu da ekonomimizi oldukça kötü etkilemektedir. Gerekli önlemler alınmadığı takdirde ekonomik ve çevresel sorunlar yaşacağımız açıktır[1].



Şekil 1. *Türkiye'de enerjinin sektörel dağılımı[2].*



Şekil 2. *Konutlarda kullanılan enerji dağılımı[1].*

Böyle bir durumda, en akılcı çözüm yapılarda tüketilen enerji miktarını kontrol etmek ve sınırlandırmaktır. Bir yapıda ısı kayıplarının %25'i çatıdan,%35'i dış duvardan, %15'i döşemeden ve %25'lik bir kısmı da kapı ve pencerelerden gerçekleşmektedir [3]. Bu yüzdelik dilimler incelendiğinde; pencerelerde alınacak yalıtım önlemleriyle, ısıtma-soğutma enerji giderlerinde önemli bir oranda iyileştirme sağlamak mümkündür. Türkiye'de ki konut yapılarının %87'sinde düşük ısıl performans değerlerine sahip tek camdan oluşturulmuş pencere

ler,%9'unda çift camdan ve yalnız %4'ünde low-e camdan oluşturulan pencereler kullanılmıştır[4].Isıtma ve soğutma dönemi birbirine eşit, sert iklim koşullarına sahip olmayan yerlerde hangi tip pencerelerin yüksek performans göstereceğini belirleyebilmek için, bu bildiri 2.iklim bölgesini temsil eden Trabzon ili için enerji etkin pencere türlerini araştırmaya, yaz-kış iklim koşulları için en uygun pencere seçeneklerini belirlemeye odaklanarak,kışları, ısıl performansı düşük pencere kullanımından kaynaklanan ısı kayıplarını minimize edecek,yazları aşırı ısı kazancı yüzünden oluşacak soğutma giderlerinin azaltılmasını

kısa dalga kızılötesi ışınımdır (güneş ışınımının ısıl etkiye sahip ışınımı) ve bağıl enerjinin %44'ünü içerir, 3500 nm'den daha büyük dalga boylarında gerçekleşen ışınım ise uzun dalga kızılötesi ışınımı olarak adlandırılmaktadır [5].

2.2. Pencere Bileşenlerinin Optik ve Termofiziksel Özellikleri

Pencerelerin ısıl performans kriterlerinin hesaplanması için cam ve çerçeve yüzeylerine ait bir takım verilere ihtiyaç vardır. Bunlar; kullanılacak cam için, yüzeyin 380-780 nm dalga boyu aralığındaki görülebilir

I -> I

27.08.2008 10:20

TRABZON İKLİM KOŞULLARINA GÖRE ISIL PERFORMANS AÇISINDAN UYGUN PENCERE TİPLERİNİN BELİRLENMESİ

Yalçın YAŞAR
Asiye PEHLEVAN
Sibel MAÇKA

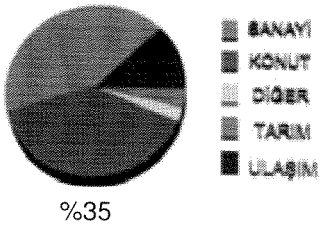
ÖZET

Bulunulan yerin iklimine göre ısıl performansı yüksek pencere tiplerinin seçilmesi binalarda tüketilen enerjinin önemli bir kısmını azaltmakla birlikte kullanıcılarının termal konforunu sağlaması açısından oldukça önemlidir. Bu çalışmada, seçilen pilot ilin iklim verileri doğrultusunda, Türkiye pazarında yer alan farklı tek ve çift cam kombinasyonlarından oluşturulan, ahşap çerçeveli pencerelere ait ısıl performans kriterleri(ısı geçirgenlik katsayısı - U-değeri,solar ısı kazanç katsayısı -SHGC,gölgeleme faktörü-SC,serinlik indeksi-D_X), International Organization for Standardization(ISO),Europeon Committee for Standardization(CEN) ve Türk Standartları Enstitüsü(TSE)'nün ilgili standartlarında yer alan hesaplama yöntemleri referans alınarak tarafımızdan geliştirilen yazılım(Win-Energy 1.0) kullanılarak saptanmıştır. Sonuç olarak,bu kriterler doğrultusunda, Trabzon ili yaz-kış iklim koşullarına uygun enerji etkin pencere tipleri belirlenmiş ve tablolar halinde sunulmuştur.

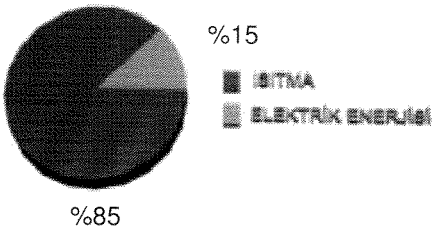
1.GİRİŞ

Hiç şüphesiz çağımızın en önemli gündem maddesi enerjidir. Petrol, doğalgaz, kömür gibi enerji kaynaklarının giderek tükenmesi ve yanmaları sonucu açığa çıkardıkları gazlar vasıtasıyla yol açtıkları çevresel kirlilik ve küresel ısınma;yeni ve temiz enerji kaynak arayışlarını hızlandırmış,enerji kullanımında verimliliği ön plana çıkarmıştır.

Birçok ülkede olduğu gibi Türkiye'de de konutların ısıtılması ve soğutulmasında tüketilen enerjinin toplam enerji tüketimindeki payı oldukça yüksektir. Ülkemiz, nüfus artışı ve teknolojik gelişmeler paralelinde artan enerji talebini karşılayabilmek için tükettiği enerjinin %72'lik bir kısmını ithal etmekte maalesef bu da ekonomimizi oldukça kötü etkilemektedir. Gerekli önlemler alınmadığı takdirde ekonomik ve çevresel sorunlar yaşacağımız açıktır[1].



Şekil 1. Türkiye'de enerjinin sektörel dağılımı[2].



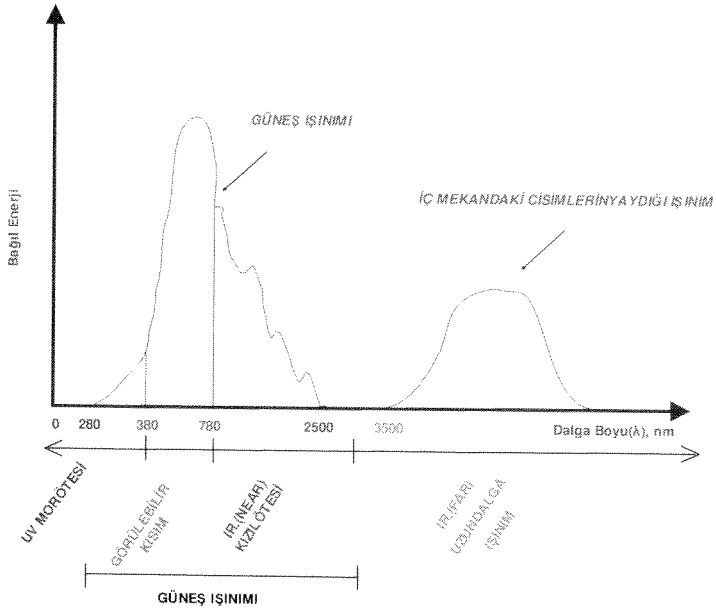
Şekil 2. Konutlarda kullanılan enerji dağılımı[1].

Böyle bir durumda, en akılcı çözüm yapılarda tüketilen enerji miktarını kontrol etmek ve sınırlandırmaktır. Bir yapıda ısı kayıplarının %25'i çatıdan,%35'i dış duvardan, %15'i döşemeden ve %25'lik bir kısmı da kapı ve pencerelerden gerçekleşmektedir [3]. Bu yüzdelik dilimler incelendiğinde; pencerelerde alınacak yalıtım önlemleriyle, ısıtma-soğutma enerji giderlerinde önemli bir oranda iyileştirme sağlamak mümkündür. Türkiye'de ki konut yapılarının %87'sinde düşük ısıl performans değerlerine sahip tek camdan oluşturulmuş pencereler,%9'unda çift camdan ve yalnız %4'ünde low-e camdan oluşturulan pencereler kullanılmıştır[4].Isıtma ve soğutma dönemi birbirine eşit, sert iklim koşullarına sahip olmayan yerlerde hangi tip pencerelerin yüksek performans göstereceğini belirleyebilmek için, bu bildiri 2.iklim bölgesini temsil eden Trabzon ili için enerji etkin pencere türlerini araştırmaya, yaz-kış iklim koşulları için en uygun pencere seçeneklerini belirlemeye odaklanarak,kışları, ısıl performansı düşük pencere kullanımından kaynaklanan ısı kayıplarını minimize edecek,yazları aşırı ısı kazancı yüzünden oluşacak soğutma giderlerinin azaltılmasını sağlayacak seçenekler sunmaktadır.

2. PENCERELERİN ISIL PERFORMANS KRİTERLERİYLE İLGİLİ GENEL KAVRAMLAR

2.1.Güneş Spektrumu

Güneş spektrumunun her dalga boyundaki güneş ışınımı farklı bağıl enerjiye sahiptir.Gelen güneş ışınımının 0-380nm dalga boyu aralığındaki ışınımı morötesi ışınımdır ve toplam bağıl enerjinin %3'ünü içerir, 380-780nm dalga boyu aralığındaki ışınımı görülebilir ışınımdır ve toplam bağıl enerjinin %53'ünü içerir,780-2500nm dalga boyu aralığındaki ışınımı kısa dalga kızılötesi ışınımdır(güneş ışınımının ısıl etkiye sahip ışınımı) ve bağıl enerjinin %44'ünü içerir,3500nm'den daha büyük dalga boylarında gerçekleşen ışınım ise uzun dalga kızılötesi ışınımı olarak adlandırılmaktadır [5].



Şekil 3. Güneş Spektrum Eğrisi[6].

2.2. Pencere Bileşenlerinin Optik ve Termofiziksel Özellikleri

Pencerelerin ısıl performans kriterlerinin hesaplanması için cam ve çerçeve yüzeylerine ait bir takım verilere ihtiyaç vardır.Bunlar ;kullanılacak cam için, yüzeyin 380-780nm dalga boyu aralığındaki görülebilir ışık geçirgenliği ve yansıtıcılığı,280-2500nm dalga boyu aralığındaki toplam solar geçirgenliği ve yansıtıcılığı,kalınlığı,iletkenliği,emissivitesi gibi değerleridir.Bu değerler deneyler yoluyla elde edilen verilerdir.Bir cam yüzeyden direk geçen,yansıyan ve absorbe edilen ışınımların toplamı her zaman 1'e eşittir [7].Çerçevelerin ise boyutsal ölçülerine,güneş ışınımı soğurma miktarına ve ısı geçirgenlik katsayısı değerlerine ihtiyaç vardır.

2.3.İklimsel Veriler

Pencerelerin ısıl performans kriterlerinin hesaplanmasında bulunulan yerin iklim koşulları oldukça önemlidir.Kış koşulları için performans analizinde yılın en soğuk günü 21 ocak,yaz koşulları için yılın en sıcak günü 21 temmuz kabul edilerek son 10 yıla ait iklim verilerinden bu günlere ait dış sıcaklık(pencerelerden gerçekleşen anlık ısı transfer miktarının hesaplanması için), rüzgar hızı(dış yüzeysel ısı transfer katsayısının hesaplanması için) ve güneş ışınım şiddeti (pencerelerden gerçekleşen anlık ısı transfer miktarının hesaplanması için) ortalamaları bilinmelidir.

3.PENCERELERİN ISIL PERFORMANS KRİTERLERİ

Türkiye'de ve dünyada farklı tür pencerelerin birbirlerine göre ısıl performanslarının karşılaştırılmasında çoğunlukla dört kriterden faydalanılmaktadır. Bunlar;

- Isı geçirgenlik katsayısı (U-değeri-W/m^2K)
- Solar ısı kazanç katsayısı (SHGC)
- Gölgeleme faktörü (SC)
- Serinlik indeksi (D_X)

3.1.Isı Geçirgenlik Katsayısı (U-değeri) ,W/m^2K

U değeri,bir malzeme içerisindeki ısı kaybını belirlemede anahtar bir rol oynar.İç ve dış arasındaki 1K sıcaklık farkında 1 saniyede bir malzemenin $1m^2$'sinden geçen ısı miktarıyla belirlenir.U değeri ne kadar düşükse o kadar iyi bir ısı izolasyonu sağlanmış olur [8].Bir pencere sisteminin toplam ısı geçirgenlik katsayısı ayrı ayrı cam merkezinin,cam kenarının ve çerçevenin ısı geçirgenlik katsayılarına ve alanlarına bağlı olarak hesaplanır [7].TS 825 'Binalarda Isı Yalıtım Kuralları' standardında Türkiye dört iklim bölgesine ayrılmıştır.Her bir iklim bölgesinde pencereler için olması gerekli maksimum ısı geçirgenlik katsayıları belirlenmiştir.Bu değerler;1.ve 2. iklim bölgelerinde $2.8W/m^2K$,3.iklim bölgesinde $2.6W/m^2K$,4.iklim bölgesinde $2.4W/m^2K$ 'dir [9].

3.2.Solar Isı Kazanç Katsayısı (SHGC)

Cam tarafından direkt iç ortama geçirilen ısı enerjisi ile cam ve çerçeve tarafından soğurulduktan sonra iç ortama verilen ısı enerjisi miktarlarının toplamı pencerenin toplam solar ısı kazanç katsayısını vermektedir.Güneşten ısı kazancının istendiği yerlerde SHGC değeri yüksek olan pencere tipleri, güneş kontrolünün istendiği yerlerde ise SHGC değeri düşük pencere tipleri tercih edilmelidir. Bir pencere sisteminin toplam solar ısı kazanç katsayısı camın geçirgenlik ve soğurma miktarına ve güneş ışınlarının geliş açısına bağlı olarak değişiklik göstermektedir [7].

3.3.Gölgeleme Katsayısı (SC)

Bu katsayı, incelenen pencerenin solar ısı kazanç katsayısının, aynı şekilde ışınım alan ve aynı çevresel koşullarda,tek kanatlı,şeffaf camlı standart referans bir pencerenin solar ısı kazanç katsayısına oranı olarak tanımlanır [7].Standart 3mm kalınlığındaki düz camın SC değeri 0,87'dir.İncelenecek olan pencere sistemine ait şeffaf yüzeylerde bu değerin 1'den büyük olması güneşten kazancın artırılmasında,1'den küçük olması da güneşten kazancın azaltılarak güneş kontrolü yapılabilmesinde önemli bir kıstastır .Günümüzde,pencere sistemleri daha karmaşık hale geldiğinden gölgeleme katsayısına göre karşılaştırma yapmak yerine solar ısı kazanç katsayılarına göre karşılaştırma yapmak çok daha doğru sonuçlar vermektedir [6].

3.4.Serinlik İndeksi (D_X)

Serinlik indeksi, incelenen cam sistemine ait, görülebilir ışık geçirgenliğinin(T_{vis}) gölgeleme katsayısına(SC) oranı olarak ifade edilmektedir. Bu değer güneş kontrol camlarında günışığı düzeyini kontrol etmede kullanılır. Düz camın D_X değeri yaklaşık 1.0 olup günışığı yeterliliği için sınır değerdir.1'den yüksek D_X değerine sahip camlar yüksek günışığı performansına sahiptirler [4].

4.PENCERE BİLEŞENLERİ

Pencereler şeffaf yüzeyler(camlar) ve opak yüzeyler(çerçeveler)'den oluşur.

4.1.Şeffaf Yüzeyler (Camlar)

Yapı sektörü, güneş kontrolü ve iklim kontrolü amaçlı çok farklı cam seçenekleri sunmaktadır. Bu cam seçeneklerinden ülkemizde üretilen ve en çok kullanılan türleri aşağıda yer almaktadır.

4.1.1.Float Cam (Düz Cam)

Float cam, günümüzde en yaygın olarak kullanılan cam türüdür. Ergimiş camın sıvı kalayla dolu bir banyo ortamında yüzdürülmesi ile elde edilir.Üretim süreci; 2mm'den 19mm kalınlığına kadar pürüzsüz,büyük boyutlarda yüksek kalitede, berrak cam üretimine imkan tanımaktadır.Modern float camın ölçüleri max. 3.2 – 6.0 m'dir [8].Float cam, üretim süreci esnasında bileşimindeki demir oksit miktarının azaltılması veya bileşimine farklı metal oksitlerin katılmasıyla renklendirilebilir. Işık iletim değerleri de ona göre değişim gösterir. [5]. 6mm kalınlıkta bir float camın direkt gün ışığı geçirgenliği 0.88,güneş ışığı geçirgenliği 0.78'dir[10].Diğer camların ısıl performansları bu camın ısıl performansıyla karşılaştırılarak değerlendirme yapılmaktadır. Tek cam olarak pencere sisteminde kullanıldıklarında hem yaz hem de kış koşulları için çok düşük ısıl performans göstermektedirler.

4.1.2.Renkli (Isı Emici) Cam

Renkli camlar, renksiz float camlara oranla ,güneşin ısıl etkiye sahip kısa dalga kızılötesi ışınımın(780-2500nm) büyük bir bölümünü yansıtır ve güneş ışığını daha çok absorbe eder, bundan dolayı da cam yüzeylerinde sıcaklık artışı sonucu iç mekanda lokal konforsuzluk meydana gelir.Bunu önlemek için renkli cam yüzeyi tek cam olarak değil de çift cam ünitenin dış yüzeyinde uygulamakta fayda vardır.Böylece renkli cam yüzey tarafından emilen ısının daha sonra ışıma yoluyla iç mekana verilen miktarı azaltılabilir.Renkli cam yüzeyler, gelen güneş ışığının sadece 1/3'ünü iç mekana geçirir.Solar enerji geçirgenliğini azaltırlar [5]. Bundan dolayı,soğutma dönem uzunluğu fazla olan illerimizde bu camların kullanımı istenmeyen ısı kazançlarını önlemesi açısından fayda sağlayabilir.Günümüzde çoğunlukla,ışık geçirgenliği en yüksekten en düşüğe doğru sıralanacak olursa,yeşil,mavi,bronz ve gri renkte float cam üretimi yapılmaktadır[6].

Reflektif camlarla karşılaştırıldığında güneş kontrol performansı daha düşük ancak günışığı geçirgenlikleri, özellikle mavi-yeşil renkli camlarda ,daha yüksektir.

4.1.3.Reflektif Kaplama Cam

Renkli camdan farklı olarak bu camlar, görülebilir ışınımı da(380-780nm) yansıtma özelliğine sahip olduklarından gün ışığı geçirgenlikleri oldukça düşüktür ve bu camların kullanıldığı binalarda yapay aydınlatmaya ihtiyaç duyulmakta bu da içsel ısı kazançlarını artırarak soğutma giderlerini yükseltmektedir[6].Reflektif camlar solar kontrol sağlamada oldukça etkilidir.Yansıtma değeri yüksek,geçirgenlik değeri düşüktür.Bu kaplamalar hem berrak cama hem de renkli cama uygulanabilirler.Berrak camla karşılaştırıldığında renkli cama uygulanan bir reflektif kaplama daha yüksek bir absorbe özelliğine sahiptir.Bu kaplama renkli cama uygulanırsa çok daha düşük SHGC değeri elde edilebilir [5].

4.1.4.Low-e Kaplama Cam

Low-e kaplama cam, iç mekana günışığının geçişine yardımcı olan metal oksitten oluşan ince mikroskobik bir katman tarafından kaplanmış, düşük yayınımlı bir float camdır[4].Bu camlar gelen güneş enerjisinin içeri geçişine izin verirken, ısıtma sistemleri, ışıklandırma ve binayı kullananlar tarafından uzun dalga ışıma olarak neşredilen enerjinin dışa kaçışını engelleyerek,enerjiyi oda içerisine geri yansıtır. Pencerelerden gerçekleşen ısı kaybının %60'ının uzundalga ışımayla gerçekleştiği göz önüne alınırsa bu camların ısı korunumu açısından önemi daha iyi kavranır[11].Bu kaplamalar yüksek Dx değerlerine sahiptirler ve float camdan oluşturulan çift camlarla karşılaştırıldığında %23-26 enerji tasarrufu sağlayabilirler[6].Isı korunum performansları güneş kontrol performanslarından daha yüksektir. Camların içeri bakan yüzeylerinde kullanılması uygundur. Çift cam ünitelerinde boşluğa bakan yüzeylerde kullanılmalıdır.

4.1.5.Çift Cam Ünitelerinde Boşlukta Asal Gaz Kullanımı

Hava dolgulu çift cam üniteye oranla, argon ve kripton gibi asal gazlarla doldurulmuş çift cam üniteleri çok daha düşük ısı geçirgenlik katsayısına sahiptir. Bunun nedeni diğer gazların havadan daha düşük ısıl iletkenliğe sahip oluşudur. Şöyle ki; hava 2,496 $.10^{-2}$,argon 1,684 . 10^{-2},kripton 0,900. 10^{-2} W/m^2K'lik ısıl iletkenliğe sahiptir[12].Ekonomik nedenlerden dolayı çoğunlukla hava ve argon dolgulu çift cam ünitelerin kullanımı yaygındır. Çünkü kripton havada çok az oranda bulunduğundan elde edilmesi pahalı bir gazdır[6].

4.2.Opak Yüzeyler (Çerçeveler)

Çerçevenin sahip olduğu ısı geçirgenlik katsayısı(U değeri) ve solar ısı kazanç katsayısı(SHGC) pencerenin U-değerini ve SHGC değerini etkilediği için, ısı kazanç ve kayıp miktarını belirlemede kullanılan çerçeve malzemesinin termofiziksel ve optik özellikleri oldukça önemlidir.Yaygın olarak alüminyum,ahşap ve PVC çerçeveler kullanılmaktadır [7].

Tablo 1. Farklı tip çerçevelerin termofiziksel ve optik özellikleri [13]

Çerçeve Tipi	U-Değeri(W/m^2K)	En(mm)	Kalınlık(mm)	Soğurma
Isı tutucusuz alüminyum	10,80	57,15	11	0,90
Isı tutuculu alüminyum	5,68	57,15	11	0,90
Ahşap	2,27	69,85	11	0,90
PVC	1,70	69,85	11	0,90

Isı tutucusuz alüminyum çerçeveler yüksek miktarlarda ısı kaybına neden olduğu için özellikle konutlarda olmak üzere bir çok yapı grubunda tercih edilmeyen bir çerçeve türüdür.Alüminyum çerçevede ısı tutucu kullanıldığı takdirde ısı geçirgenlik katsayısında %8-15 oranında bir iyileştirme görülmektedir.Yalnız alüminyum çerçeveler yüksek solar ısı kazanç katsayı-SHGC değerine sahiptirler bu da pencerenin toplam SHGC değerini arttırmaktadır..

Günümüzde, düşük ısıl geçirgenlik katsayısına sahip ahşap ve PVC çerçeveler pencerelerin ısıl geçirgenlik katsayısı değerini düşürdüğünden dolayı tercih edilmektedir.

5.TRABZON İLİ İÇİN ÖRNEK ÇALIŞMA

5.1.Calışmada Kabul Edilen Sınırlamalar

- Trabzon iline ait iklim verileri meteorolojiden alınan son 10 yıllık iklim verilerinin ortalamaları alınarak hesaplanmıştır.Performans analizinde kullanılan iklim verilerinin değerleri aşağıda tablo 2'de sunulmuştur.

Tablo 2. Trabzon ili yaz-kış koşullarına ait iklim verileri[14]

TRABZON	Dış hava sıcaklığı(T_e),C^0	Rüzgar hızı(v),m/s	Dış yüzeysel ısı transfer katsayısı(h_e),W/m^2K	Güneş ışınım şiddeti(I_t),W/m^2 Güney
21 OCAK(KIŞ)	7,64	1,26	26,51	72
21 TEMMUZ(YAZ)	23,96	1,30	28,53	93

- Isıl performansları incelenecek pencereler, 1000 x 1000 mm boyutlarında sabit penceredir.Toplam $1m^2$'lik pencere alanının $0,74m^2$'lik alanı şeffaf,$0,26m^2$'lik alanı opaktır.
- Pencerelerde kullanılacak çerçeveler ahşaptır.
- Pencerelerin sızdırmazlığının yeterli oranda sağlandığı kabul edilmiştir.
- Kullanılan tüm camlar 6mm olarak alınmıştır.Türkiye pazarında üretimi yapılan tüm camların 6mm kalınlıkta olanı mevcuttur.
- Cam tabakaları arasındaki boşluk genişliği standart 12mm olarak alınmıştır.
- Çift cam boşlukları arasında yalıtımlı boşluk çıtası kullanılmıştır.
- Pencerelerin performans analizi kuzey yarım küre için optimum yön olarak kabul edilen güney yönüne göre gerçekleştirilmiştir.
- Güneş ışınımının pencere yüzeyine dik açıyla geldiği varsayılmıştır.
- Kullanılan Low-e camların emissivite değeri 0,1'dir.
- Çift camların dış ortam tarafındaki yüzeyi 1'den başlayacak şekilde içeriye doğru artarak numaralandırılmıştır.
- Low-e kaplama, çift camın 3. yüzeyi(#3) üzerinde konumlandırılarak analiz edilmiştir.
- Renkli ve reflektif camlar çift camın dış ortam yüzeyinde kullanılmıştır.
- Çalışmada kullanılan camların performansı 6mm kalınlığındaki float camın performansıyla karşılaştırılarak değerlendirme yapılmıştır.
- 21 Ocak ve 21 Temmuz günlerine ait ortalama sıcaklık değerlerinden, incelenen pencerelere ait anlık ısı transfer miktarı belirlenmiştir.($q=U_P . A_P . (T_{dış}-T_{iç}) + SHGC_P . A_P . I_T$,W) [7]
- İç ortam sıcaklığı $20C^0$ olarak alınmıştır [15].

5.2.Farklı Tip Tek Camların Isıl Performans Kriterlerinin Hesaplanması

5.2.1.Tek Camlara Ait Girdiler

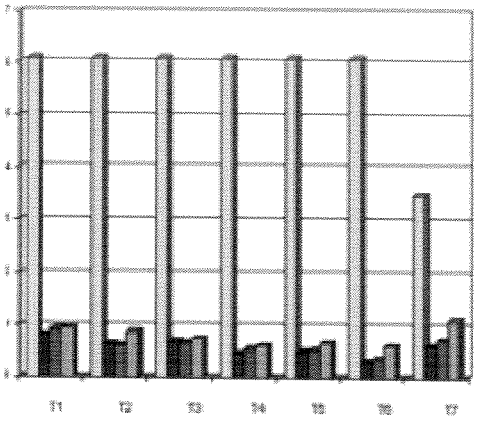
Tablo 3. Farklı tip camların termofiziksel ve optik özellikleri[10].

Termofiziksel -optik özellikler / Cam tipi		Berrak Cam	Mavi Renkli Cam	Bronz Renkli Cam	Kurşuni Renkli Cam	Gümüş Renkli Cam	Mavi Renkli Cam	Low-e Cam
Görünür ışınım (380-780nm)	Geçirgenlik Katsayısı-Tvis	0,86	0,55	0,60	0,34	0,38	0,23	0,80
	Gelen radyasyon yönünde ölçülen,yansıtma katsayısı-Rvis1	0,06	0,08	0,09	0,50	0,33	0,33	0,06
	Gelen radyasyona dik yönde ölçülen,yansıtma katsayısı-Rvis2	0,06	0,06	0,06	0,43	0,26	0,14	0,06
Güneş ışınımı (280-2500nm)	Geçirgenlik Katsayısı-Tsol	0,78	0,42	0,48	0,43	0,43	0,21	0,67
	Gelen radyasyon yönünde ölçülen,yansıtma katsayısı-Rsol1	0,07	0,05	0,05	0,35	0,27	0,27	0,20
	Gelen radyasyona dik yönde ölçülen,yansıtma katsayısı-Rsol2	0,07	0,05	0,05	0,29	0,19	0,10	0,13
Gelen radyasyon yönünde ölçülen,emisivite değeri-Emis1		0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,10
Gelen radyasyona dik yönde ölçülen,emisivite değeri-Emis2		0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89
Referans Kalınlığı-L,Metre		1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

5.2.2. WİN-ENERGY 1.0 Programından Elde Edilen- Farklı Tip Tek Camlarla Oluşturulan Ahşap Çerçeveli Pencerelere Ait Isıl Performans Kriterlerinin Sayısal Değerleri

Tek camlara ait ısıl geçirgenlik katsayısı TS EN 673'teki hesaplama yöntemine göre, solar ısı kazanç katsayısı,gölgeleme katsayısı ve serinlik indeksi değerleri de ASHRAE hesaplama yöntemlerine göre,camın termofiziksel ve optik özelliklerinden yararlanılarak, tarafımızdan geliştirilen win-energy 1.0 programı tarafından hesaplanmıştır.Daha sonra bu camlardan oluşturulan,ahşap çerçeveli pencerelere ait ısı geçirgenlik katsayı değerleri ISO 15099'da yer alan cam merkezinin,cam kenarının ve çerçevenin,ısı geçirgenlik katsayıları ve alanlarıyla ilişkili formülasyon kullanılarak ,solar ısı kazanç katsayısı değerleri de ASHRAE hesaplama yönteminde yer alan, camın ve çerçevenin solar ısı kazanç katsayıları ve alanlarıyla ilişkili formülasyon kullanılarak win-energy 1.0 programı tarafından hesaplanmıştır.Son olarak pencereye ait ısı geçirgenlik katsayısı ve solar ısı kazanç katsayısına bağlı olarak,yaz ve kış koşullarında pencereden gerçekleşen anlık ısı transfer miktarı,iç ve dış sıcaklık farkı ve güneş ışınım şiddetine bağlı olarak, ASHRAE hesaplama yöntemine göre win-energy 1.0 programı tarafından hesaplanmıştır.Hesaplama sonuçları aşağıda yer alan şekil 4,5,6,7,8,9'da verilmiştir.

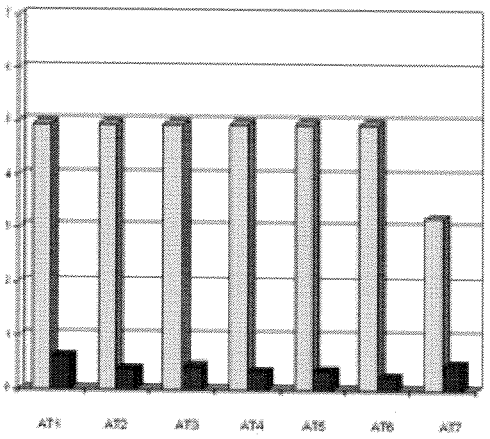
21 Ocak (Yılın en soğuk günü) için performans analizi



Cam Tipi	U değeri	SHGC	SC	D_x
T1-Float cam	6,085	0,814	0,936	0,940
T2-Mavi renkli cam	6,085	0,642	0,623	0,883
T3-Bronz renkli cam	6,085	0,688	0,676	0,740
T4-Renksiz reflektif cam	6,085	0,478	0,550	0,619
T5-Gümüş reflektif cam	6,085	0,499	0,533	0,663
T6-Mavi reflektif cam	6,085	0,329	0,379	0,608
T7-Low-e cam	3,495	0,623	0,716	1,118

Isı geçirgenlik katsayısı(U-değeri),W/M2k
Solar ısı kazanç katsayısı(SHGC)
Gölgeleme katsayısı
Serinlik indeksi(Dx)

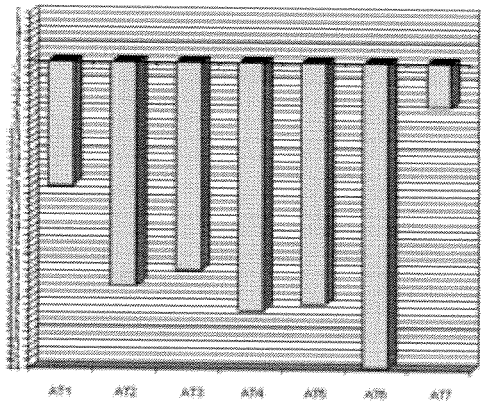
Şekil 4. Tek camlara ait ısıl performans kriterlerinin sayısal değerleri



Pencere Tipi	U değeri	SHGC
AT1-Ahşap çerçeve,Float cam	4,953	0,603
AT2-Ahşap çerçeve,Mavi renkli cam	4,953	0,401
AT3-Ahşap çerçeve,Bronz renkli cam	4,953	0,435
AT4-Ahşap çerçeve,Renksiz reflektif cam	4,953	0,354
AT5-Ahşap çerçeve,Gümüş reflektif cam	4,953	0,369
AT6-Ahşap çerçeve,Mavi reflektif cam	4,953	0,244
AT7-Ahşap çerçeve,Low-e cam	3,196	0,461

Isı geçirgenlik katsayısı(U-değeri),W/M2k
Solar ısı kazanç katsayısı(SHGC)

Şekil 5. Tek camlı,Ahşap çerçeveli pencerelere ait ısıl performans kriterlerinin sayısal değerleri

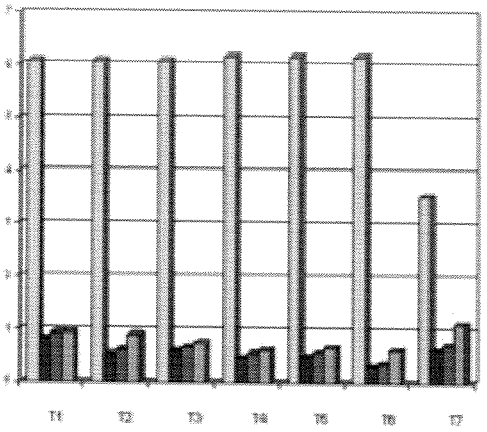


Pencere Tipi	q
AT1-Ahşap çerçeve,Float cam	-17,794
AT2-Ahşap çerçeve,Mavi renkli cam	-32,338
AT3-Ahşap çerçeve,Bronz renkli cam	-29,890
AT4-Ahşap çerçeve,Renksiz reflektif cam	-35,722
AT5-Ahşap çerçeve,Gümüş reflektif cam	-34,642
AT6-Ahşap çerçeve,Mavi reflektif cam	-43,642
AT7-Ahşap çerçeve,Low-e cam	-6,308

Pencereden gerçekleşen anlık ısı transfer miktarı(q),W

Şekil 6. Pencerelerden gerçekleşen anlık ısı transfer miktarı(q),W

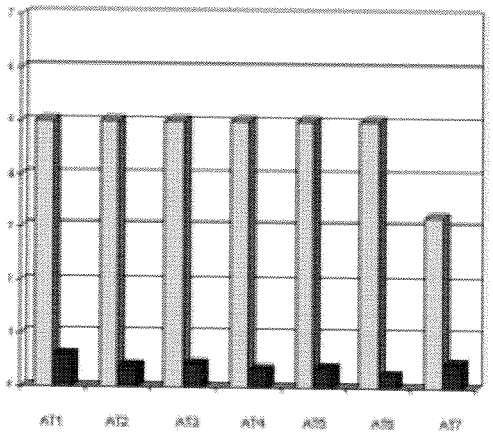
21 Temmuz(Yılın en sıcak günü) için performans analizi



Cam Tipi	U değeri	SHGC	SC	D_x
T1-Float cam	6,185	0,813	0,934	0,942
T2-Mavi renkli cam	6,185	0,535	0,615	0,895
T3-Bronz renkli cam	6,185	0,582	0,669	0,748
T4-Renksiz reflektif cam	6,185	0,476	0,547	0,622
T5-Gümüş reflektif cam	6,185	0,495	0,569	0,668
T6-Mavi reflektif cam	6,185	0,323	0,371	0,620
T7-Low-e cam	3,528	0,620	0,712	1,123

Isı geçirgenlik katsayısı(U-değeri),W/M2k
Solar ısı kazanç katsayısı(SHGC)
Gölgeleme katsayısı
Serinlik indeksi(Dx)

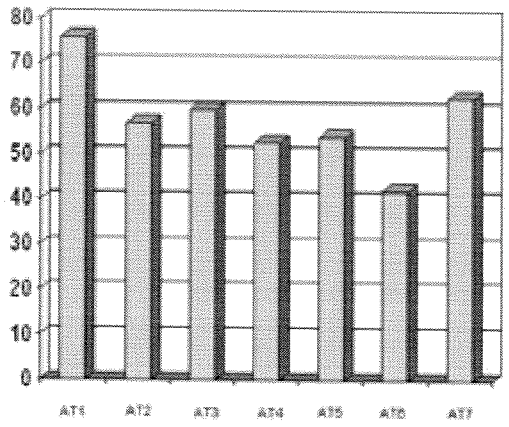
Şekil 7. Tek camlara ait ısıl performans kriterlerinin sayısal değerleri



Pencere Tipi	U değeri	SHGC
AT1-Ahşap çerçeve,Float cam	5,017	0,601
AT2-Ahşap çerçeve,Mavi renkli cam	5,017	0,396
AT3-Ahşap çerçeve,Bronz renkli cam	5,017	0,431
AT4-Ahşap çerçeve,Renksiz reflektif cam	5,017	0,352
AT5-Ahşap çerçeve,Gümüş reflektif cam	5,017	0,366
AT6-Ahşap çerçeve,Mavi reflektif cam	5,017	0,239
AT7-Ahşap çerçeve,Low-e cam	3,220	0,469

Isı geçirgenlik katsayısı(U-değeri),W/M2k
Solar ısı kazanç katsayısı(SHGC)

Şekil 8. Tek camlı,Ahşap çerçeveli pencerelere ait ısıl performans kriterlerinin sayısal değerleri



Pencere Tipi	q
AT1-Ahşap çerçeve,Float cam	75,753
AT2-Ahşap çerçeve,Mavi renkli cam	56,688
AT3-Ahşap çerçeve,Bronz renkli cam	59,943
AT4-Ahşap çerçeve,Renksiz reflektif cam	52,596
AT5-Ahşap çerçeve,Gümüş reflektif cam	53,898
AT6-Ahşap çerçeve,Mavi reflektif cam	42,087
AT7-Ahşap çerçeve,Low-e cam	62,547

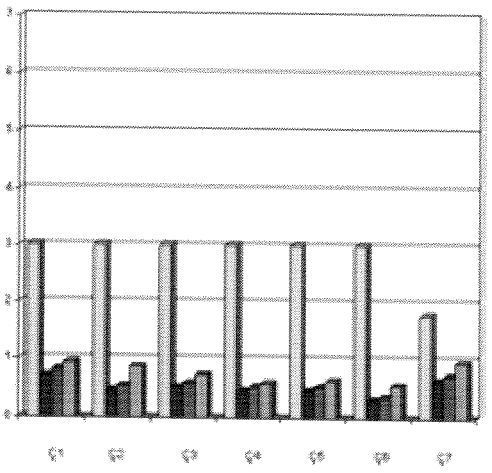
□Pencereden gerçekleşen anlık ısı transfer miktarı(q),W

Şekil 9. Pencerelerden gerçekleşen anlık ısı transfer miktarı(q),W

5.2.3. WİN-ENERGY 1.0 Programından Elde Edilen-Farklı Tip Çift Camlarla Oluşturulan Ahşap Çerçeveli Pencerelere Ait Isıl Performans Kriterlerinin Sayısal Değerleri

Tek cam yüzeylerden oluşturulan çift camlara ait görülebilir ışınım ve güneş ışınımı geçirgenlik, yansıtma ve soğurma katsayıları, çift cam sistemini oluşturan tek cam yüzeylerin optik ve termofiziksel özelliklerinden faydalanılarak TS 11172 EN 410'daki hesaplama yöntemlerine göre tarafımızdan geliştirilen win-energy 1.0 programı tarafından hesaplandıktan sonra bu veriler kullanılarak camların ve pencerelerin ısıl performans kriterleri,pencerelerden gerçekleşen anlık ısı transfer miktarı bölüm 5.2.2'de tek camlar ile ilgili bahsettiğimiz hesaplama yöntemleri kullanılarak win-energy 1.0 programı tarafından hesaplanmıştır.Bu hesaplama sonuçları aşağıda yer alan şekil 10,11,12,13,14,15'de verilmiştir.

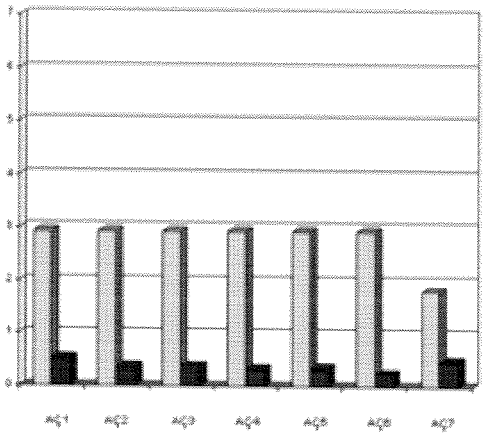
21 Ocak (Yılın en soğuk günü) için performans analizi



Cam Tipi	U değeri	SHGC	SC	D_x
Ç1-Float cam+hava+float cam	3,016	0,718	0,826	0,944
Ç2-Mavi renkli cam+hava+float cam	3,016	0,479	0,551	0,883
Ç3-Bronz renkli cam+hava+float cam	3,016	0,519	0,597	0,746
Ç4-Renksiz reflektif cam+hava+float cam	3,016	0,456	0,524	0,591
Ç5-Gümüş reflektif cam+hava+float cam	3,016	0,464	0,533	0,640
Ç6-Mavi reflektif cam+hava+float cam	3,016	0,314	0,361	0,567
Ç7-Float cam+hava+Low-e cam	1,796	0,636	0,731	0,966

■Isı geçirgenlik katsayısı(U-değeri),W/M2k
■Solar ısı kazanç katsayısı(SHGC)
■Gölgeleme katsayısı
■Serinlik indeksi(Dx)

Şekil 10. Çift camlara ait ısıl performans kriterlerinin sayısal değerleri

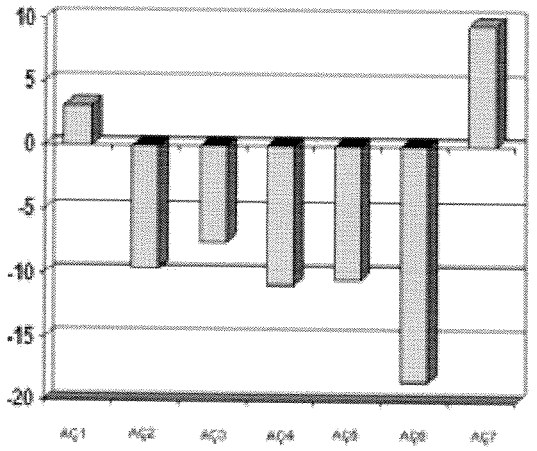


Pencere Tipi	U değeri	SHGC
AÇ1-Ahşap çerçeve,Float cam+hava+float cam	2,845	0,532
AÇ2-Ahşap çerçeve,Mavi renkli cam+hava+float cam	2,845	0,355
AÇ3-Ahşap çerçeve,Bronz renkli cam+hava+float cam	2,845	0,384
AÇ4-Ahşap çerçeve,Renksiz reflektif cam+hava+float cam	2,845	0,338
AÇ5-Ahşap çerçeve,Gümüş reflektif cam+hava+float cam	2,845	0,348
AÇ6-Ahşap çerçeve,Mavi reflektif cam+hava+float cam	2,845	0,232
AÇ7-Ahşap çerçeve,Float cam+hava+Low-e cam	1,970	0,471

Isı geçirgenlik katsayısı(U-değeri),W/M2k

Solar ısı kazanç katsayısı(SHGC)

Şekil 11. Çift camlı, Ahşap çerçeveli pencerelere ait ısıl performans kriterlerinin sayısal değerleri

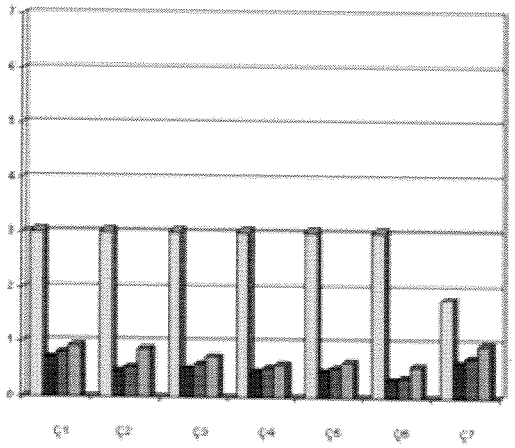


Pencere Tipi	q
AÇ1-Ahşap çerçeve,Float cam+hava+float cam	3,140
AÇ2-Ahşap çerçeve,Mavi renkli cam+hava+float cam	-9,604
AÇ3-Ahşap çerçeve,Bronz renkli cam+hava+float cam	-7,516
AÇ4-Ahşap çerçeve,Renksiz reflektif cam+hava+float cam	-10,828
AÇ5-Ahşap çerçeve,Gümüş reflektif cam+hava+float cam	-10,468
AÇ6-Ahşap çerçeve,Mavi reflektif cam+hava+float cam	-18,460
AÇ7-Ahşap çerçeve,Float cam+hava+Low-e cam	9,563

Pencereden gerçekleşen anlık ısı transfer miktarı(q),W

Şekil 12. Pencerelerden gerçekleşen anlık ısı transfer miktarı(q),W

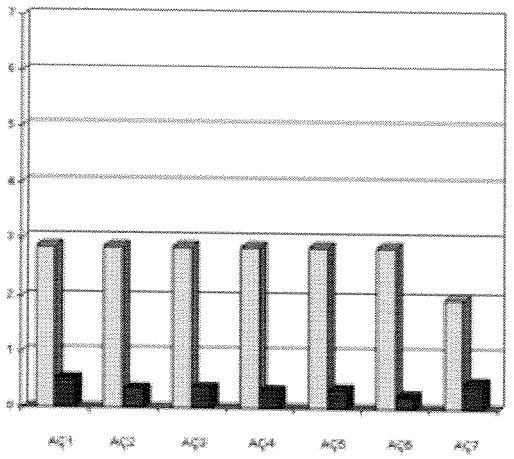
21 Temmuz (Yılın en sıcak günü) için performans analizi



Cam Tipi	U değeri	SHGC	SC	D_x
Ç1-Float cam+hava+float cam	3,040	0,717	0,824	0,946
Ç2-Mavi renkli cam+hava+float cam	3,040	0,475	0,546	0,891
Ç3-Bronz renkli cam+hava+float cam	3,040	0,515	0,592	0,746
Ç4-Renksiz reflektif cam+hava+float cam	3,040	0,454	0,522	0,594
Ç5-Gümüş reflektif cam+hava+float cam	3,040	0,461	0,530	0,644
Ç6-Mavi reflektif cam+hava+float cam	3,040	0,310	0,356	0,575
Ç7-Float cam+hava+Low-e cam	1,805	0,635	0,730	0,968

Isı geçirgenlik katsayısı(U-değeri),W/M2k
Solar ısı kazanç katsayısı(SHGC)
Gölgeleme katsayısı
Serinlik indeksi(D_x)

Şekil 13. Çift camlara ait ısıl performans kriterlerinin sayısal değerleri

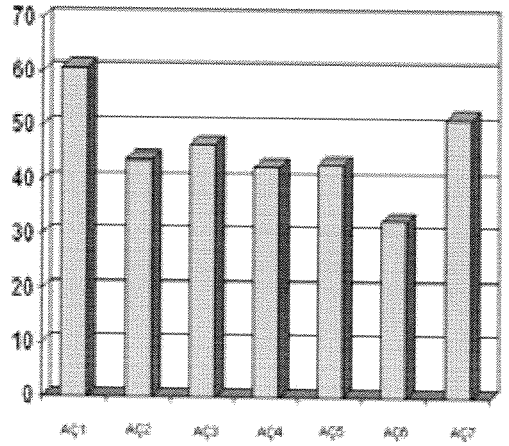


Pencere Tipi	U değeri	SHGC
AÇ1-Ahşap çerçeve,Float cam+hava+float cam	2,863	0,531
AÇ2-Ahşap çerçeve,Mavi renkli cam+hava+float cam	2,863	0,351
AÇ3-Ahşap çerçeve,Bronz renkli cam+hava+float cam	2,863	0,381
AÇ4-Ahşap çerçeve,Renksiz reflektif cam+hava+float cam	2,863	0,336
AÇ5-Ahşap çerçeve,Gümüş reflektif cam+hava+float cam	2,863	0,342
AÇ6-Ahşap çerçeve,Mavi reflektif cam+hava+float cam	2,863	0,229
AÇ7-Ahşap çerçeve,Float cam+hava+Low-e cam	1,976	0,470

Isı geçirgenlik katsayısı(U-değeri),W/M2k

Solar ısı kazanç katsayısı(SHGC)

Şekil 14. Çift camlı,Ahşap çerçeveli pencerelere ait ısıl performans kriterlerinin sayısal değerleri



Pencere Tipi	q
AÇ1-Ahşap çerçeve,Float cam+hava+float cam	60,720
AÇ2-Ahşap çerçeve,Mavi renkli cam+hava+float cam	43,980
AÇ3-Ahşap çerçeve,Bronz renkli cam+hava+float cam	46,770
AÇ4-Ahşap çerçeve,Renksiz reflektif cam+hava+float cam	42,585
AÇ5-Ahşap çerçeve,Gümüş reflektif cam+hava+float cam	43,143
AÇ6-Ahşap çerçeve,Mavi reflektif cam+hava+float cam	32,634
AÇ7-Ahşap çerçeve,Float cam+hava+Low-e cam	51,534

Pencereden gerçekleşen anlık ısı transfer miktarı(q),W

Şekil 15. Pencerelerden gerçekleşen anlık ısı transfer miktarı(q),W

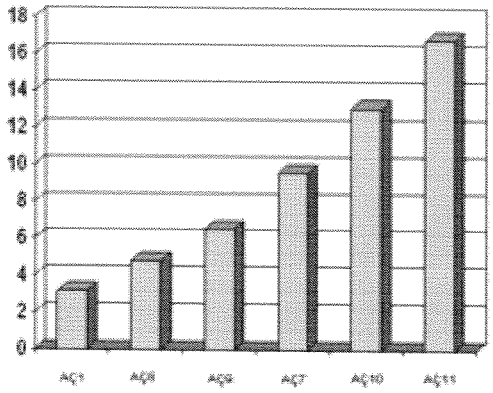
5.2.4. WİN-ENERGY 1.0 Programından Elde Edilen -Farklı Gazlarla Doldurulmuş Çift Camla Oluşturulan Pencerelerin Isı Geçirgenlik katsayıları

Çift cam ara boşluklarında kullanılan gazların cinsi,sahip oldukları ısı iletkenlik katsayısına bağlı olarak çift cam ünitesinin ısı geçirgenlik katsayısını(U-değeri) etkilemektedir.Farklı gazlarla doldurulmuş çift cam ünitelerinin U-değeri TS EN 673'teki hesaplama yöntemine göre tarafımızdan geliştirilen win-energy 1.0 programı tarafından hesaplanmıştır.Hesaplama sonuçları tablo 4,şekil 16,17'de verilmiştir.

Tablo 4. Farklı gazlarla doldurulmuş çift camla oluşturulan pencerelerin U-değerleri

	U-Değeri,W/m^{2}K	
	21 Ocak	21 Temmuz
AÇ1-Ahşap ç,Float cam+hava+float cam	2,845	2,863
AÇ8-Ahşap ç,Float cam+argon+float cam	2,722	2,737
AÇ9-Ahşap ç,Float cam+kripton+float cam	2,588	2,602
AÇ7-Ahşap ç,Float cam+hava+low-e cam	1,970	1,976
AÇ10-Ahşap ç,Float cam+argon+low-e cam	1,720	1,724
AÇ11-Ahşap ç,Float cam+kripton+low-e cam	1,463	1,465

21 Ocak(Yılın en soğuk günü)

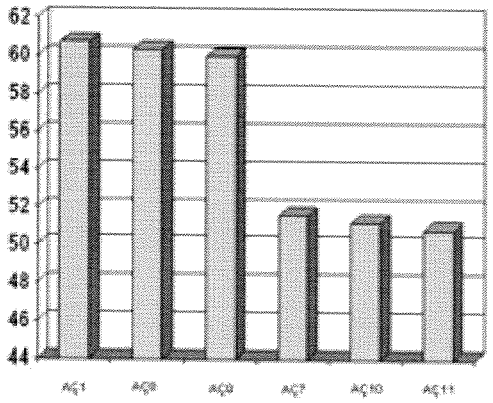


Pencere Tipi	q
AÇ1-Ahşap çerçeve,Float cam+hava+float cam	3,140
AÇ8-Ahşap çerçeve,Float cam+argon+float cam	4,805
AÇ9-Ahşap çerçeve,Float cam+kripton+float cam	6,533
AÇ7-Ahşap çerçeve,Float cam+hava+low-e cam	9,563
AÇ10-Ahşap çerçeve,Float cam+argon+low-e cam	13,086
AÇ11-Ahşap çerçeve,Float cam+kripton+float cam	16,766

Pencereden gerçekleşen anlık ısı transfer miktarı(q),W

Şekil 16. Farklı gazlarla doldurulmuş çift camlı pencerelerden gerçekleşen net ısı transfer miktarı(q),W

21 Temmuz(Yılın en sıcak günü)



Pencere Tipi	q
AÇ1-Ahşap çerçeve,Float cam+hava+float cam	60,726
AÇ8-Ahşap çerçeve,Float cam+argon+float cam	60,314
AÇ9-Ahşap çerçeve,Float cam+kripton+float cam	59,965
AÇ7-Ahşap çerçeve,Float cam+hava+low-e cam	51,534
AÇ10-Ahşap çerçeve,Float cam+argon+low-e cam	51,188
AÇ11-Ahşap çerçeve,Float cam+kripton+float cam	50,813

Pencereden gerçekleşen anlık ısı transfer miktarı(q),W

Şekil 17. Farklı gazlarla doldurulmuş çift camlı pencerelerden gerçekleşen net ısı transfer miktarı(q),W

5.2.5.Çalışmada Elde Edilen Veriler Doğrultusunda Isı Korunumu,Güneş Kontrolü Bakımından İncelenen Pencerelerin Performans Sıralamaları

Tablo 5. Pencerelerin Isı korunumu açısından performans sıralaması

Sıralama no	Pencere no	U- Değeri,W/m^{2}K
1	AT1,AT2,AT3,AT4,AT5,AT6,AT7	4,985
2	AÇ1,AÇ2,AÇ3,AÇ4,AÇ5,AÇ6	2,854
3	AÇ8	2,729
4	AÇ9	2,595
5	AÇ7	1,973
6	AÇ10	1,722
7	AÇ11	1,464

Düsük

Isı Korunumu

Yüksek

Tablo 6. Pencerelerin güneş kontrolü açısından performans sıralaması

Sıralama no	Pencere no	SHGC
1	AT1	0,602
2	AÇ9	0,534
3	AÇ8	0,533
4	AÇ1	0,531
5	AÇ11	0,484
6	AÇ10	0,477
7	AÇ7	0,470
8	AT7	0,460
9	AT3	0,433
10	AT2	0,398
11	AÇ3	0,382
12	AT5	0,367
13	AT4,AÇ2	0,353
14	AÇ5	0,342
15	AÇ4	0,337
16	AT6	0,241
17	AÇ6	0,230

Düşük



Güneş Kontrolü

Yüksek

5.3.Çalışmadan Elde Edilen Bulgular

- Tek ve çift camlı pencerelerde camın veya cam yüzeylerinin renkli oluşu veya reflektif kaplama olup olmaması,çerçeveler aynı türden seçildiği takdirde,ısı geçirgenlik katsayısını değiştirmemektedir.(AT1,AT2,AT3,AT4,AT5,AT6,AT7 ve AÇ1,AÇ2,AÇ3,AÇ4,AÇ5,AÇ6'da olduğu gibi) Ancak çift camlı pencerelerde low-e kaplama kullanımı(#3) ısı geçirgenlik katsayısını sahip olduğu düşük emissivite(0,10) değerinden dolayı,kaplamasız çift cama oranla(AÇ1),yaklaşık %31 oranında düşürmektedir.(Örnek AÇ7,hava dolgulu)
- Şayet çift camlı örneklerde boşlukta kullanılan hava yerine(AÇ1),argon kullanılırsa(AÇ8) U-değerinde %5'lik,kripton kullanılırsa(AÇ9) %9'lik bir iyileşme sağlanmaktadır.Ara boşlukta farklı gaz kullanımı SHGC değerlerini çok fazla etkilememektedir.
- Low-e kaplamalı çift camlı örneklerde boşluklarda hava kullanılırsa (AÇ7) ,Low-e kaplamasız örnek olan AÇ1'e oranla,U değerinde %31'lik,argon kullanılırsa(AÇ10) %40'lık,kripton kullanılırsa (AÇ11)%49'luk bir iyileşme sağlanmaktadır.
- Renkli camlı pencereler renksiz camlılara oranla SHGC değerini önemli bir oranda düşürmektedir. Örneğin;mavi renk camlı pencereler(AT2,AÇ2),renksiz float camlı pencerelere oranla(AT1,AÇ1) güneşten ısı kazancını %34 oranında azaltırken,bronz renkli cam pencereler(AT3,AÇ3) %29 oranında azaltır.
- Renksiz cam üzerine reflektif kaplamadan oluşturulan pencereler(AT4,AÇ4),renksiz float camla oluşturulan pencerelere (AT1,AÇ1)oranla güneşten ısı kazancını %42 oranında,mavi reflektif camlı pencereler(AT6,AÇ6) %60 oranında,gümüş reflektif pencereler(AT5,AÇ5) %39 oranında azaltmaktadır.
- Reflektif kaplamalı camlardan oluşan pencereler(AT4,AT5,AT6,AÇ4,AÇ5,AÇ6) güneş kontrolünde çok yüksek bir performansa sahip olmasına rağmen serinlik indeksi(D_X) değerinin, diğer pencerelere oranla, düşük(günışığı yetersizliği)olmasından dolayı soğutmanın gerekli olduğu yerlerde çok tercih edilmemelidir.Bu pencereler yerine güneş kontrolünde iyi performans gösteren renkli camlar tercih edilebilir.
- Low-e kaplamalı çift camlı pencereler(AÇ7,AÇ8,AÇ9,AÇ10,AÇ11), U değerinin düşük oluşu,ısı kazancının yeterli düzeyde olması ve içeri yeterli günışığı alması açısından hem yaz hem de kış koşullarında kullanılacak en uygun seçenekler arasındadır.
- Pencerenin SHGC değerini çerçeve alanı önemli miktarda etkilemektedir.Pencerenin opak alanı arttıkça SHGC değeri ters orantılı olarak azalmaktadır.Çünkü opak yüzeyler şeffaf yüzeylere oranla güneş ısısını minimal miktarlarda içeri almaktadırlar.

- Pencerenin U değeri şeffaf yüzeyin U değerine bağlı olduğu gibi,kullanılacak çerçevenin U değerine de bağlıdır.Örneğin U değeri düşük bir şeffaf yüzeyde U değeri yüksek alüminyum bir çerçeve kullanırsak bu pencerenin U değerini önemli miktarda artırır.
- Tek camlı pencereler(AT1,AT2,AT3,AT4,AT5,AT6,AT7) yaz-kış koşullarında en dezavantajlı örneklerdir.Çünkü yüksek U değerlerinden ısıtma gerektiren dönem boyunca büyük miktarlarda ısı kaybına neden olmaktadırlar.AT2,AT3,AT4,AT5,AT6 gibi renkli ve reflektif kaplamalı tek camlardan oluşan pencereler güneş kontrolünde yüksek performans göstermelerine rağmen hem yeterli günışığını içeri almamaları hem de yüksek U değerlerinden dolayı tercih edilmemelidir.Güneş kontrolü isteniyorsa renkli ve reflektif camları çift camlı pencerelerin(AÇ2,AÇ3,AÇ4,AÇ5,AÇ6) dış yüzeyinde kullanarak U değerini düşürebiliriz.Bu camlarla daha düşük U değeri elde etmek istiyorsak ara dolgu olarak argon veya kripton kullanabiliriz.

6.SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Yazın aşırı ısı kazançlarından dolayı soğutma giderlerini, kışınsa yüksek ısı kayıplarına neden olarak ısıtma giderlerini büyük ölçüde arttıran tek camlı pencereler en dezavantajlı örneklerdir. Trabzon ikliminde uygulanması önerilmemektedir.Çift camlı pencereler (AÇ1,AÇ2,AÇ3,AÇ4,AÇ5,AÇ6),TS 825'de,2.iklim bölgesi için belirlenen maksimum U değerine sahip olduklarından ısı korunumu açısından kullanımı uygundur.Ancak bu pencerelerden AÇ2,AÇ3,AÇ4,AÇ5,AÇ6 gibi renkli ve reflektif camlardan oluşturulanlar, solar ısı kazanç katsayı değerleri düşük olduğundan,yazın aşırı ısı kazançlarını engelleddiklerinden olumlu,kışınsa güneşten ısı kazancını önemli ölçüde azalttıklarından olumsuz özellik göstermektedirler.Bu nedenle bu pencereler içsel kazancı yüksek olan binalarda(ofis vb) kullanılmalıdır.AÇ11, yazın AÇ1'e oranla %17 daha az,kışın %82 daha fazla ısı kazancı sağlaması açısından en avantajlı örnek,AÇ10, yazın AÇ1'e oranla %16 daha az,kışın %76 daha fazla ısı kazancı sağlaması açısından 2. en avantajlı örnek,AÇ7, yazın AÇ1'e oranla %15 daha az,kışın %68 daha fazla ısı kazancı sağlaması açısından 3. en avantajlı örnek,AÇ9, yazın AÇ1'e oranla %2 daha az,kışın %52 daha fazla ısı kazancı sağlaması açısından 4. en avantalı örnek,AÇ8, yazın AÇ1'e oranla %1 daha az,kışın %35 daha fazla ısı kazancı sağlaması açısından 5. en avantajlı örnek olarak değerlendirilmiştir.

Tablo 7.Önerilen pencerelerin win-energy 1.0 programı kullanılarak hesaplanan ısıl performans kriterleri ve yaz-kış ısı transfer miktarı

	Isı Korunumu	Güneş Kontrolü	Günışığı Seviyesi	Isı Kazanç Miktarı	
	U-değeri,W/m^{2}K	SHGC	D_X	q_{yaz},W	$q_{kış}$,W
AÇ11	1,464	0,484	0,940	50,813	16,766
AÇ10	1,722	0,477	0,953	51,188	13,085
AÇ7	1,973	0,470	0,967	51,534	9,563
AÇ9	2,595	0,534	0,938	59,965	6,533
AÇ8	2,729	0,533	0,942	60,314	4,805
AÇ1	2,854	0,531	0,946	60,726	3,140

KAYNAKLAR

[1] http://www.mmo.org.tr/print.php?sid=737
[2] Oral,K.,G.,Altun,C.,Manioğlu,G.,'Yalıtım;Bölüm 1:Binalarda Isı Yalıtımı ve Nem Kontrolü',TMMOB Yayını,2005
[3] http://www.e-lindsey.gov.uk/environment/energy-efficiency/heat-loss-from-the-home.cfm
[4] Güçyeter,B.,Arsan,Z.D.,' A Research on Energy Efficient Glass Types for Retrofitting Applications in Turkey', 2006
[5] Compagno,A., 'Intelligent Glass Façades,Material Practice Design' , 2002
[6] Ayçam,İ. 'Pencerelerin Isıl Performanslarının Artırılmasına Yönelik İyileştirme Teknikleri',Yüksek Lisans Tezi,Gazi Üniversitesi,Fen Bilimleri Enstitüsü,1998
[7] ASHRAE, "Handbook: Fundamentals, Chapter 29, Fenestration", American Society Of Heating, Refrigerating And Air Conditioning Engineers, Inc., Atlanta GA, 1997
[8] Staıb,S.,Sobek,S.S, 'Glass Construction Manual' , 1999
[9] TS 825 'Binalarda Isı Yalıtım Yönetmeliği',1998
[10] http://www.trakyacam.com.tr/Mimari_Camlar/tr/markalar.htm
[11] Muneer,N.,Abodahab,N.,Weir,G.,Kubie,J. 'Windows in Buildings,Thermal,Acoustic,Visual and Solar Performance' ,2000
[12] TS EN 673 'Cam Yapılarda Kullanılan-Isı Geçirgenliğinin (U Değeri) Tayini-Hesaplama Metodu',2001
[13] E.U.Finlayson,D.K.Arasteh,C.Huizenga,M.D.Rubin,M.S.Reilly,'Windows 4.0 : Documentation of Calculation Procedures' , Lawrence Berkeley Labaratory,University of California,1993
[14] Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü 10 Yıllık Türkiye İklim Verileri
[15] Ilgaz,T.,'Yapı Düşey Dış Kabuklarının Isı Etkilerinden Korunması',1979
[16] Özdeniz,M.,Yaşar,Y.,Pehlevan,A. 'Yapı Düşey Dış Kabuklarının Isı Etkilerinden Korunması Araştırması,İkinci Bölüm:Pencereler',Karadeniz Teknik Üniversitesi,Araştırma Raporu,1992
[17] Yaşar,Y.,'Paralel Yüzeyli Isı Köprüsü İçeren Yapı Elemanında Yüzey Sıcaklıklarının Hesaplanmasında Kullanılabilecek Bir Yöntem', Doktora Tezi,KTÜ,Fen Bilimleri Enstitüsü,Trabzon,Aralık 1989
[18] Pehlevan,A.,'Türkiye'de Higro-Termik Koşullar Açısından Dış Duvarlarda Yoğuşma-Buharlaşma-Adaptasyon Sürelerinin Belirlenmesi',Doktora Tezi,İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü,İstanbul,Kasım 1986
[19] TS 11172 EN 410 'Cam Yapılarda Kullanılan-Cam Yapı Elemanlarının Işık ve Güneş Işınımı İle ilgili Özelliklerinin Belirlenmesi,2000
[20] ISO 15099 'Thermal Performance of Windows,Doors and Shading Devices-Detailed Calculations',2003

ÖZGEÇMİŞLER

Yalçın YAŞAR

Bursa doğumludur. KTÜ İnşaat Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü'nden 1980 yılında Y.Mimar olarak mezun olmuştur. 1989 yılında aynı üniversitenin FBE'nde doktorasını tamamlayarak, 1990 yılında Mimarlık Bölümü Yapı Anabilim Dalı'na Y.Doçent olarak atanmıştır. 1995'de Doçent olan Yaşar, 2005 yılında Profesör olmuştur. Halen KTÜ Mimarlık bölüm başkanı olarak görevini sürdürmektedir. Yapı malzemesi üretimi ve uygulaması, yapı elemanları tasarım ve uygulamaları- detay tasarımı, yapı elemanlarında ısı, nem kontrolü ve yapıda yalıtım sorunları konularında çalışmaktadır.

Tübitak Hüsamettin Tuğaç Araştırma Ödülü 1996 yılı üçüncülüğü ve 1999 yılında TC. Türk Patent Enstitüsü'nden alınan 20 yıl süreli Isı Korunumlu Briket Patenti sahibidir.

Asiye PEHLEVAN

Vakfıkebir (Trabzon) doğumludur. 1978 yılında KTÜ İnşaat Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü'nden Y.Mimar ünvanı ile mezun olmuştur. 1978 yılında aynı üniversitenin Mimarlık Bölümü Yapı Anabilim Dalı'na asistan olarak atanmıştır. 1987 yılında İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsün'nden Doktor ünvanı almıştır. 1994 yılında doçent, 2005 yılında profesör olmuştur. Halen KTÜ Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü Yapı Anabilim Dalı'nda görev yapmaktadır. Yapı malzemesi üretimi ve uygulaması, yapı elemanları tasarım ve uygulamaları- detay tasarımı, yapı elemanlarında ısı, nem kontrolü ve yapıda yalıtım sorunları konularında çalışmaktadır.

Tübitak Hüsamettin Tuğaç Araştırma Ödülü 1996 yılı üçüncülüğü ve 1999 yılında TC. Türk Patent Enstitüsü'nden alınan 20 yıl süreli Isı Korunumlu Briket Patenti sahibidir.

Sibel MAÇKA

Trabzon doğumludur.2003 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Müh.Mimarlık Fakültesinden mimar ünvanı alarak mezun olmuştur.2004 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Mimarlık Bölümü Mimarlık anabilim dalında yüksek lisansına başlamış, halen Prof.Dr. Yalçın Yaşar danışmanlığında yüksek lisans çalışmalarını devam ettirmekte,'Türkiye İklim Bölgelerine Göre Isıl Performans Açısından Uygun Pencere Tiplerinin Belirlenmesi 'başlıklı yüksek lisans tez çalışmasını sürdürmektedir.